

Die Erfindung betrifft eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Zum besseren Verständnis der Beschreibung und der Patentansprüche werden nachfolgend einige Begriffe erläutert: Die Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß der Erfindung kann sowohl hubgesteuert als auch druckgesteuert ausgebildet sein. Im Rahmen der Erfindung wird unter einer hubgesteuerten Kraftstoffeinspritzeinrichtung verstanden, daß das Öffnen und Schließen der Einspritzöffnung mit Hilfe eines verschieblichen Ventiltglieds aufgrund des hydraulischen Zusammenwirkens der Kraftstoffdrücke in einem Düsenraum und in einem Steuerraum erfolgt. Eine Druckabsenkung innerhalb des Steuerraums bewirkt einen Hub des Ventiltglieds. Alternativ kann das Auslenken des Ventiltglieds durch ein Stellglied (Aktor, Aktuator) erfolgen. Bei einer druckgesteuerten Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß der Erfindung wird durch den im Düsenraum eines Injektors herrschenden Kraftstoffdruck das Ventiltglied gegen die Wirkung einer Schließkraft (Feder) bewegt, so daß die Einspritzöffnung für eine Einspritzung des Kraftstoffs aus dem Düsenraum in den Zylinder freigegeben wird. Der Druck, mit dem Kraftstoff aus dem Düsenraum in einen Zylinder austritt, wird als Einspritzdruck bezeichnet, während unter einem Systemdruck der Druck verstanden wird, unter dem Kraftstoff innerhalb der Kraftstoffeinspritzeinrichtung zur Verfügung steht bzw. bevorratet ist. Kraftstoffzumessung bedeutet, dem Düsenraum Kraftstoff mittels eines Zumeßventils zuzuleiten. Bei einer kombinierten Kraftstoffzumessung wird ein gemeinsames Ventil genutzt, um verschiedene Einspritzdrücke zuzumessen. Bei der Pumpe-Düse-Einheit (PDE) bilden die Einspritzpumpe und der Injektor eine Einheit. Pro Zylinder wird eine derartige Einheit in den Zylinderkopf eingebaut und entweder direkt über einen Stößel oder indirekt über Kipphebel von der Motornockenwelle angetrieben. Das Pumpe-Leitung-Düse-System (PLD) arbeitet nach dem gleichen Verfahren. Eine Hochdruckleitung führt hier zum Düsenraum oder Düsenhalter.

Eine Pumpe-Düse-Einheit ist aus der DE 195 17 578 A1 bekannt. Bei dieser Kraftstoffeinspritzeinrichtung wird der Systemdruck über einen druckbeaufschlagbaren Kolben erzeugt, dessen Bewegung durch einen Nockenantrieb gesteuert wird. Eine variable Kraftstoffeinspritzung unterschiedlicher Mengen zur Vor-, Haupt- und Nacheinspritzung ist durch eine derartige Kraftstoffeinspritzeinrichtung nur begrenzt durchführbar.

Vorteile der Erfindung

Zur Realisierung der Kraftstoffeinspritzung mit Hilfe einer Pumpe-Düse-Einheit über einen weiten Drehzahlbereich mit großer Genauigkeit wird erfindungsgemäß eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß Patentanspruch 1 vorgeschlagen. Erfindungsgemäße Weiterbildungen sind in den Patentansprüchen 2 bis 4 enthalten. Es wird eine Reduzierung des Schadstoffaustausches und eine flexiblere Vor- und Nacheinspritzung mittels einer Pumpe-Düse-Einheit oder eines Pumpe-Leitung-Düse-Systems ermöglicht. Die erfindungsgemäße Lehre verbindet die Vorteile eines druckübersetzten (druckverstärkten) Injektors mit einer nicht druckübersetzten Pumpe-Düse-Einheit. Bei Verwendung eines Piezoaktors zur Kraftstoffzumessung kann eine verbesserte Dosierung der eingespritzten Kraftstoffmenge erreicht werden. Es entsteht eine gute Kleinstmengenfähigkeit bei der Voreinspritzung und bei Bedarf bei der Nacheinspritzung,

weil diese mit einem geringen Einspritzdruck hubgesteuert erfolgt. Die Vor- und Nacheinspritzung erfolgt flexibel und reproduzierbar. Es wird ein guter hydraulischer Wirkungsgrad der Druckübersetzung erreicht, wenn diese innerhalb des Injektors angeordnet ist. Auf die Ausbildung des Einspritzverlaufs kann gezielt Einfluß genommen werden.

Zeichnung

Acht Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzeinrichtung sind in der schematischen Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine erste hubgesteuerte Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit einer Pumpe-Düse-Einheit und einer Druckübersetzungseinheit;

Fig. 2 eine zweite hubgesteuerte Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit einer Pumpe-Düse-Einheit, mit einer Druckübersetzungseinheit und mit einem Druckspeicherraum;

Fig. 3 eine erste druckgesteuerte Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit einer Pumpe-Düse-Einheit und einer Druckübersetzungseinheit;

Fig. 4 eine zweite druckgesteuerte Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit einer Pumpe-Düse-Einheit und einer Druckübersetzungseinheit;

Fig. 5 eine dritte druckgesteuerte Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit einer Pumpe-Düse-Einheit und einer Druckübersetzungseinheit;

Fig. 6 eine vierte druckgesteuerte Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit einer Pumpe-Düse-Einheit und einer Druckübersetzungseinheit;

Fig. 7 eine fünfte druckgesteuerte Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit einer Pumpe-Düse-Einheit und einer Druckübersetzungseinheit;

Fig. 8 eine sechste druckgesteuerte Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit einer Pumpe-Düse-Einheit und einer Druckübersetzungseinheit.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Bei dem in der Fig. 1 dargestellten ersten Ausführungsbeispiel einer hubgesteuerten Kraftstoffeinspritzeinrichtung 1 fördert eine Kraftstoffförderpumpe 2 Kraftstoff 3 aus einem Vorrattank 4 über eine Förderleitung 5 zu mehreren, der Anzahl einzelner Zylinder entsprechenden, in den Brennraum der zu versorgenden Brennkraftmaschine ragenden Pumpe-Düse-Einheiten 6 (Einspritzvorrichtung). In der Fig. 1 ist lediglich eine der Pumpe-Düse-Einheiten 6 eingezeichnet.

Jede Pumpe-Düse-Einheit 6 setzt sich aus einer Kraftstoffverdichtungseinrichtung 7 und Mitteln zum Einspritzen zusammen. Pro Motorzylinder wird eine Pumpe-Düse-Einheit 6 in einen Zylinderkopf eingebaut. Die Kraftstoffverdichtungseinrichtung 7 wird entweder direkt über einen Stößel oder indirekt über Kipphebel von einer Motornockenwelle angetrieben. Elektronische Regeleinrichtungen gestatten es, die Menge eingespritzten Kraftstoffs (Einspritzverlauf) gezielt zu beeinflussen.

Die Kraftstoffverdichtungseinrichtung 7 kann Kraftstoff in einem Kompressionsraum 8 verdichten. Die Kraftstoffzumessung erfolgt über ein 2/2-Wege-Ventil 28. Durch eine Querschnittssteuerung des Ventils 9, das den Druckaufbau einleitet, oder des Ventils 28 kann ein variabler Einspritzdruck mittels Drosselung realisiert werden. Die Kraftstoffverdichtungseinrichtung 7 kann Teil einer an sich bekannten Pumpe-Düse-Einheit (PDE) oder eines Pumpe-Leitung-Düse-Systems (PLD) sein. Die Kraftstoffverdichtungseinrichtung 7 dient der Erzeugung eines ersten niedrigeren Sy-

stemdrucks. Eine zuschaltbare hydraulische Druckübersetzungseinheit 10 kann über einen Rückschlagventil 12 enthaltenden Bypass umgangen werden, wenn Kraftstoff mit einem ersten Systemdruck eingespritzt werden soll.

Zur Einspritzung von Kraftstoff mit einem zweiten höheren Systemdruck umfaßt die Druckübersetzungseinheit 10 eine Ventileinheit zur Druckübersetzungsansteuerung (3/2-Wege-Ventil) 15, ein Rückschlagventil 12 und ein Druckmittel 11 in Gestalt eines verschiebblichen Kolbenelements. Das Druckmittel 11 kann einseitig mit Hilfe der Ventileinheit 15 an eine Kraftstoffdruckleitung angeschlossen werden, so daß das Druckmittel 11 einseitig druckbeaufschlagt werden kann. Ein Differenzraum 10' ist mittels einer Leckageleitung 13 druckentlastet, so daß das Druckmittel 11 zur Verringerung des Volumens einer Druckkammer 14 verschoben werden kann. Das Druckmittel 11 wird in Kompressionsrichtung bewegt, so daß der in der Druckkammer 14 befindliche Kraftstoff verdichtet und einem Steuerraum 18 und einem Düsenraum 19 zugeführt wird. Das Rückschlagventil 12 verhindert den Rückfluß von komprimiertem Kraftstoff. Mittels eines geeigneten Flächenverhältnisses in einer Primärkammer 14' und der Druckkammer 14 kann ein zweiter höherer Druck erzeugt werden. Wird die Primärkammer 14' mit Hilfe der Ventileinheit 15 an die Leckageleitung 13 angeschlossen, so erfolgt die Rückstellung des Druckmittels 11 und die Wiederbefüllung der Druckkammer 14. Aufgrund der Druckverhältnisse in der Druckkammer 14 und der Primärkammer 14' öffnet das Rückschlagventil 12, so daß die Druckkammer 14 während des Kolbenhubes der Kraftstoffverdichtungseinrichtung 7 druckbeaufschlagt wird und das Druckmittel 11 hydraulisch in seine Ausgangsstellung zurückgefahren wird. Zur Verbesserung des Rückstellverhaltens können eine oder mehrere Federn in den Räumen 10', 14 und 14' angeordnet sein. Mittels der Druckübersetzung kann somit ein zweiter Systemdruck erzeugt werden. Druckleitungen 16 und 17 führen dem Steuerraum 18 und dem Düsenraum 19 daher Kraftstoff des ersten oder des zweiten Systemdrucks zu.

Die Einspritzung erfolgt über eine Kraftstoff-Zumessung mit Hilfe eines in einer Führungsbohrung axial verschiebbaren kolbenförmigen Ventiltglieds 20 mit einer konischen Ventildichtfläche 21 an seinem einen Ende, mit der es mit einer Ventilsitzfläche am Injektorgehäuse der Injektoreinheit 6 zusammenwirkt. An der Ventilsitzfläche des Injektorgehäuses sind Einspritzöffnungen vorgesehen. Innerhalb des Düsenraums 19 ist eine in Öffnungsrichtung des Ventiltglieds 20 weisende Druckfläche dem dort herrschenden Druck ausgesetzt, der über die Druckleitung 17 dem Düsenraum 19 zugeführt wird. Koaxial zu einer Druckfeder 22 greift ferner an dem Ventiltglied 20 ein Stößel 23 an, der mit seiner Ventildichtfläche 21 abgewandten Stirnseite 24 den Steuerraum 18 begrenzt. Der Steuerraum 18 hat vom Kraftstoffdruckanschluß her einen Zulauf mit einer ersten Drossel 25 und einen Ablauf zu einer Druckentlastungsleitung 26 mit einer zweiten Drossel 27, die durch das 2/2-Wege-Ventil 28 gesteuert wird.

Der Düsenraum 19 setzt sich über einen Ringspalt zwischen dem Ventiltglied 20 und der Führungsbohrung bis an die Ventilsitzfläche des Injektorgehäuses fort. Über den Druck im Steuerraum 18 wird der Stößel 23 in Schließrichtung druckbeaufschlagt.

Die 2/2- und 3/2-Wege-Ventile werden von Elektromagneten zum Öffnen oder Schließen bzw. Umschalten betätigt. Die Elektromagnete werden von einem Steuergerät angesteuert, das verschiedene Betriebsparameter (Motordrehzahl, ...) der zu versorgenden Brennkraftmaschine überwachen und verarbeiten kann.

An Stelle der magnetgesteuerten Ventileinheiten können

auch Piezostellelemente (Aktuator, Aktor) verwendet werden, die einen notwendigen Temperaturausgleich und evtl. eine erforderliche Kraft- bzw. Wegübersetzung besitzen.

Unter dem ersten oder zweiten Systemdruck stehender Kraftstoff füllt den Düsenraum 19 und den Steuerraum 18. Bei Betätigung des 2/2-Wege-Ventils 28 (Öffnen) kann der Druck im Steuerraum 18 abgebaut werden, so daß in der Folge der in Öffnungsrichtung auf das Ventiltglied 20 wirkende Druck im Düsenraum 19 den in Schließrichtung auf das Ventiltglied 20 wirkenden Druck übersteigt. Die Ventildichtfläche 21 hebt von der Ventilsitzfläche ab und Kraftstoff wird eingespritzt. Dabei läßt sich der Druckentlastungsvorgang des Steuerraums 18 und somit die Hubsteuerung des Ventiltglieds 20 über die Dimensionierung der Drossel 25 und der Drossel 27 beeinflussen.

Das Ende der Einspritzung wird durch erneutes Betätigen des 2/2-Wege-Ventils 28 eingeleitet, das den Steuerraum 19 wieder von der Leckageleitung 13 abkoppelt, so daß sich im Steuerraum 18 wieder ein Druck aufbaut, der den Stößel 23 in Schließrichtung bewegen kann.

Aus der Fig. 2 ist ersichtlich, daß zwischen einer Druckübersetzungseinheit 40 und dem Steuerraum 18 bzw. dem Düsenraum 19 ein Druckspeicherraum 41 zwischengeschaltet ist. Der Druckaufbau erfolgt über Betätigung (Schließen) des 2/2-Wege-Ventils 44. Durch eine Querschnittssteuerung des Ventils 28 oder des Ventils 44 kann ein variabler Einspritzdruck und somit eine Einspritzverlaufsformung mittels Drosselung realisiert werden. Als Stellglied (Aktor, Aktuator) kann ein geeignetes Magnetventil oder ein Piezoaktor mit einstellbarem Hub verwendet werden. Ein derartiger Piezoaktor kann mit einem Temperaturausgleich und bei Bedarf mit einer hydraulischen Kraft- bzw. Wegübersetzung ausgeführt sein.

Der erste Systemdruck kann mittels der Kraftstoffverdichtungseinrichtung 7 erzeugt und über Druckleitungen 42 und 43 dem Steuerraum 18 bzw. dem Düsenraum 19 zugeführt werden.

Mit Hilfe der Druckübersetzungseinheit 40 wird ein hoher Systemdruck ermöglicht, dabei trennt ein Rückschlagventil 45 den Niederdruckteil vom Hochdruckteil. Die Wiederbefüllung erfolgt bei geöffnetem Druckaufbauventil 44.

Auch eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung 50 nach Fig. 3 weist eine Pumpe-Düse-Einheit 51 auf. Die primäre Systemdruckerzeugung erfolgt über die Kraftstoffverdichtungseinrichtung 52 und wird über das Schließen eines 2/2-Wege-Ventils 58 aktiviert. Je nach Ansteuerung des 2/2-Wege-Ventils 58 läßt sich der Beginn des Druckaufbaus und somit der Einspritzdruck variieren. Für den zweiten höheren Systemdruck wird mit Hilfe des 2/2-Wege-Ventils 53 eine Druckübersetzungseinheit 54 aktiviert. Der Bypass um die Druckübersetzungseinheit wird dann über das Rückschlagventil 56 deaktiviert. Die Steuerung der Einspritzung erfolgt mittels eines 3/2-Wege-Ventils 55 druckgesteuert. Der niedrigere Systemdruck kann für eine Voreinspritzung und bei Bedarf für eine Nacheinspritzung sowie zur Formung einer Boot-Injektion verwendet werden. Bei geöffneten Ventilen 58 und 53 erfolgt die Wiederbefüllung der Druckübersetzungseinheit.

Durch in Fig. 4 gezeigte Anordnung der 2/2-Wege-Ventile 59, 60' und eines 3/2-Wege-Ventils 60 kann eine getrennte anstelle einer kombinierten Zumessung von Kraftstoff der beiden Druckniveaus erfolgen.

Bei einer Kraftstoffeinspritzeinrichtung 60 der Fig. 5 erfolgt die Zumessung über ein 3/2-Wege-Ventil 61 mit einem Piezostellelement (Piezoaktor). Dies ermöglicht eine bessere Dosierung von Kraftstoff. Zusätzlich sollte ein Druckbegrenzungsventil vor bzw. hinter der Druckübersetzungseinheit 62 angeordnet sein, damit eine Zerstörung bei Aus-

fall des Piezostellelements vermieden wird. Zwischen der Druckübersetzungseinheit 62 und dem Düsenraum 63 ist ein Druckspeicherraum 64 lokal angeordnet, der aber auch vor der Druckübersetzungseinheit 62 angeordnet sein kann, wodurch eine höhere Flexibilität des Einspritzfensters erreicht werden kann. Durch eine Querschnittssteuerung des Ventils 61 oder des Ventils 65 kann ein variabler Einspritzdruck und somit eine Einspritzverlaufsformung mittels Drosselung realisiert werden. Als Stellglied (Aktor, Aktuator) kann ein geeignetes Magnetventil oder ein Piezoaktor mit einstellbarem Hub verwendet werden. Ein derartiger Piezoaktor kann mit einem Temperatenausgleich und bei Bedarf mit einer hydraulischen Kraft- bzw. Wegübersetzung ausgeführt sein.

Wenn zum Druckaufbau ein 2/2-Wege-Ventil 70 mit Piezostellelement verwendet wird, wie dies bei der Kraftstoffeinspritzeinrichtung 71 der Fig. 6 der Fall ist, ist es möglich eine Einspritzverlaufsformung durch einen bestimmten Hub des Piezostellelements zu erreichen.

Die Kraftstoffeinspritzeinrichtung 80 der Fig. 7 weist ein 2/2-Wege-Ventil 81 zur Steuerung des Druckaufbaus und ein 3/2-Wege-Ventil 82 zur Steuerung der Einspritzung auf. Durch eine Querschnittssteuerung eines der beiden Ventile 81, 82 z. B. durch Einsatz eines Piezoaktors ist ein variabler Einspritzdruck und somit eine Einspritzverlaufsformung möglich.

Der Druckaufbau innerhalb einer Kraftstoffeinspritzeinrichtung 90 (Fig. 8) wird wiederum durch ein 2/2-Wege-Ventil 91 gesteuert. Über eine durch ein 2/2-Wege-Ventil aktivierbare Druckübersetzungseinheit 93 ist ein zweiter höherer Einspritzdruck erzeugbar. Diese Druckübersetzungseinheit ist durch einen Bypass umgehbar, so daß eine Einspritzung mit nicht druckübersetztem Kraftstoff erfolgen kann. Bei aktivierter Druckübersetzungseinheit 93 wird die Bypassleitung von einem Rückschlagventil 94 abgekoppelt. Die Beendigung der Einspritzung bzw. die Wiederbefüllung der Druckübersetzungseinheit 93 erfolgt durch Öffnen von Ventil 91 bzw. der Ventile 91 und 92. Mit Hilfe des Rückschlagventils 95 ist es möglich, ein Druckniveau über den Förderhub der Kraftstoffdruckerzeugung hinaus aufrecht zu halten und somit eine flexiblere Einspritzung zu realisieren. Zur besseren Speicherung des druckbeaufschlagten Kraftstoffs ist auch ein Druckspeicher zwischen dem Druckaufbauventil 91 und dem Düsenraum denkbar.

Durch Verlängerung bzw. Ausbildung einer Hochdruckleitung zum Düsenraum läßt sich bei den Fig. 1 bis 8 ein Pumpe-Leitung-Düse-System realisieren. Die Steuerventile und die Druckübersetzungseinheit können auch in einer Einheit integriert bzw. an einer beliebigen Stelle zwischen dem Injektor und der Druckerzeugung angeordnet sein.

BEZUGSZEICHENLISTE

- 1 Kraftstoffeinspritzeinrichtung
- 2 Kraftstoffförderpumpe
- 3 Kraftstoff
- 4 Kraftstofftank
- 5 Förderleitung
- 6 Pumpe-Düse-Einheit
- 7 Kraftstoffverdichtungseinrichtung
- 8 Kompressionsraum
- 9 2/2-Wege-Ventil
- 10 Druckübersetzungseinheit
- 10' Differenzraum
- 11 Druckmittel
- 12 Rückschlagventil
- 13 Leckageleitung
- 14 Druckkammer
- 14' Primärkammer

- 15 3/2-Wege-Ventil
- 16 Druckleitung
- 17 Druckleitung
- 18 Steuerraum
- 19 Düsenraum
- 20 Ventiliel
- 21 Ventildichtfläche
- 22 Ventildeder
- 23 Stößel
- 24 Stirnseite
- 25 Drossel
- 26 Druckentlastungsleitung
- 27 Drossel
- 28 2/2-Wege-Ventil
- 40 Druckübersetzungseinheit
- 41 Druckspeicherraum
- 42 Druckleitung
- 43 Druckleitung
- 44 2/2-Wege-Ventil
- 45 Rückschlagventil
- 50 Kraftstoffeinspritzeinrichtung
- 51 Pumpe-Düse-Einheit
- 52 Kraftstoffverdichtungseinrichtung
- 53 2/2-Wege-Ventil
- 54 Druckübersetzungseinheit
- 55 3/2-Wege-Ventil
- 56 Rückschlagventil
- 58 2/2-Wege-Ventil
- 59 2/2-Wege-Ventil
- 60 3/2-Wege-Ventil
- 60' 2/2-Wege-Ventil
- 61 3/2-Wege-Ventil
- 62 Druckübersetzungseinheit
- 63 Düsenraum
- 64 Druckspeicherraum
- 65 2/2-Wege-Ventil
- 70 2/2-Wege-Ventil
- 71 Kraftstoffeinspritzeinrichtung
- 80 Kraftstoffeinspritzeinrichtung
- 81 2/2-Wege-Ventil
- 82 3/2-Wege-Ventil
- 90 Kraftstoffeinspritzeinrichtung
- 91 2/2-Wege-Ventil
- 92 2/2-Wege-Ventil
- 93 Druckübersetzungseinheit
- 94 Rückschlagventil
- 95 Rückschlagventil

Patentansprüche

50

1. Kraftstoffeinspritzeinrichtung (1; 50; 71; 80; 90) mit einer oder mehreren der Anzahl der Zylinder entsprechender Pumpe-Düse-Einheiten bzw. Pumpe-Leitung-Düse-Systeme (6; 51) zur Verdichtung des Kraftstoffs, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kraftstoffeinspritzeinrichtung (1; 50; 71; 80; 90) eine hydraulische Druckübersetzungseinheit (10; 40; 54; 62; 93) aufweist.

55

2. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die hydraulische Druckübersetzungseinheit (10; 40; 54; 62; 93) zuschaltbar und eine Kraftstoffzuleitung zur Umgehung der Druckübersetzungseinheit (10; 40; 54; 62; 93) vorgesehen ist.

60

3. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Querschnittssteuerung mindestens eines Ventils, vorzugsweise des Kraftstoffzumeßventils (70), zur Formung eines Einspritzverlaufs vorgesehen ist.

65

4. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein Druckspeicherraum (41; 64) zur Kraftstoffspeicherung zwischen der Druckübersetzungseinheit (40; 62) und dem Düsenraum (19; 63) angeordnet ist.

5

Hierzu 8 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

Fig. 1

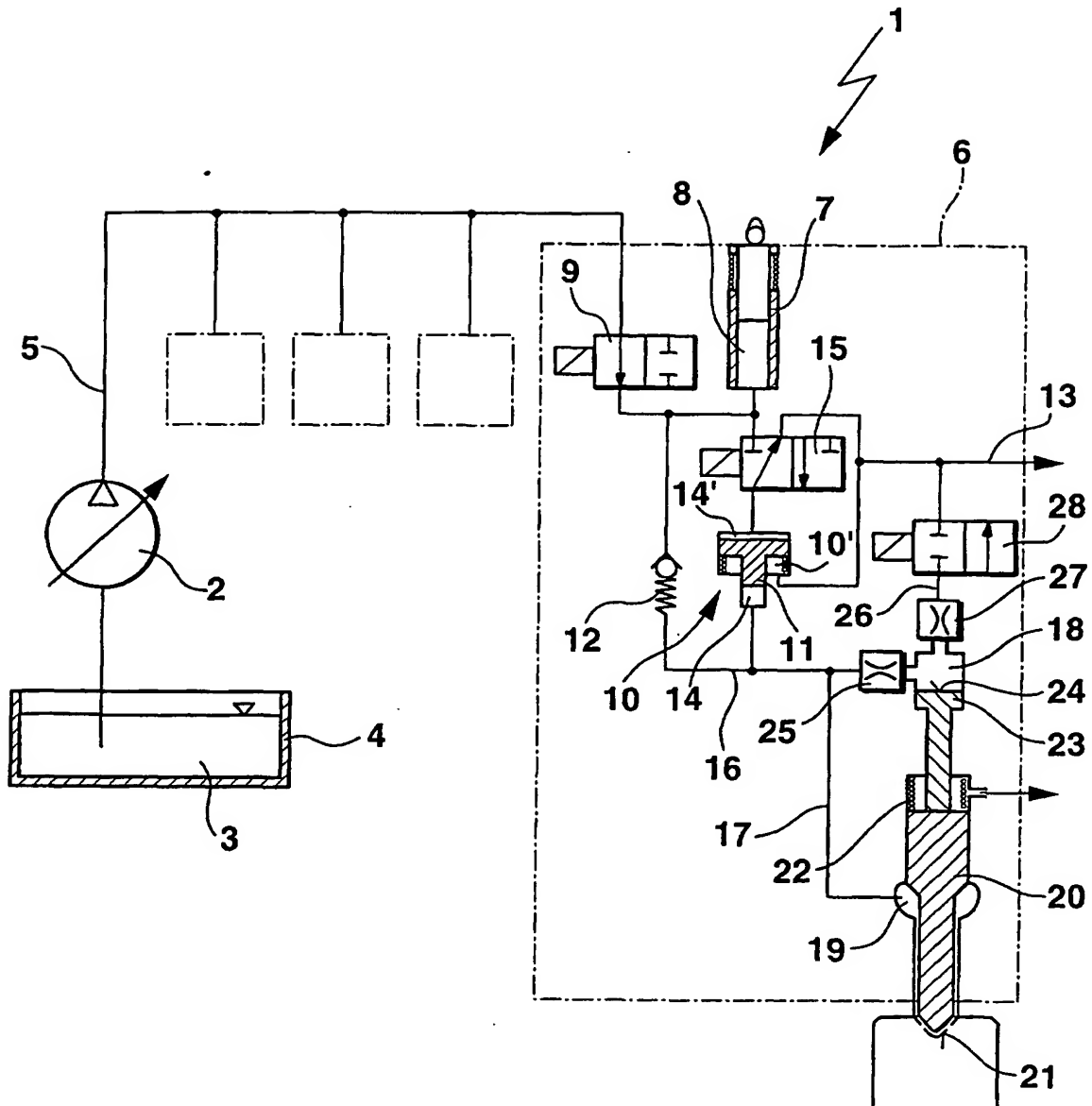


Fig. 2

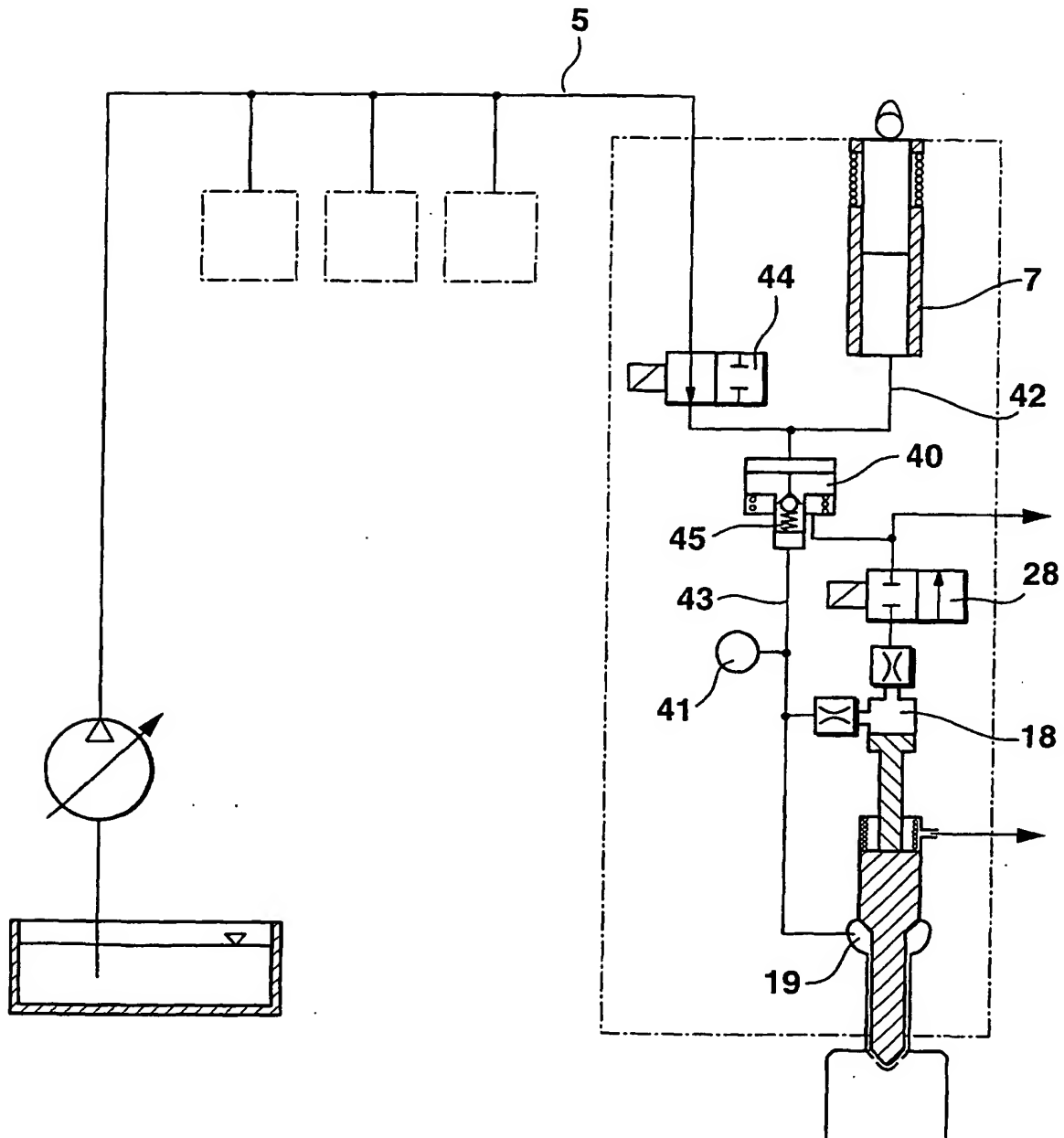


Fig. 3

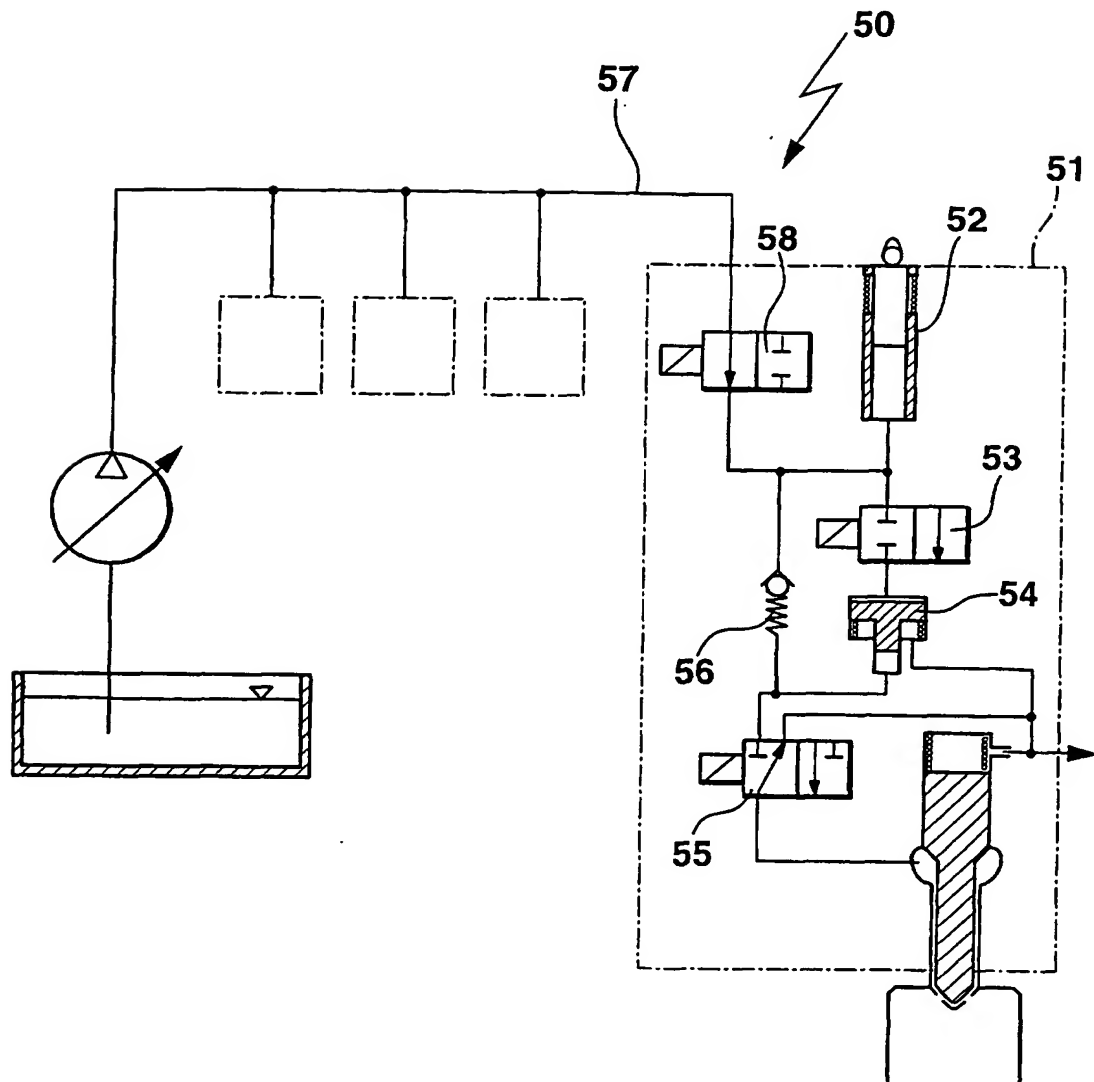


Fig. 4

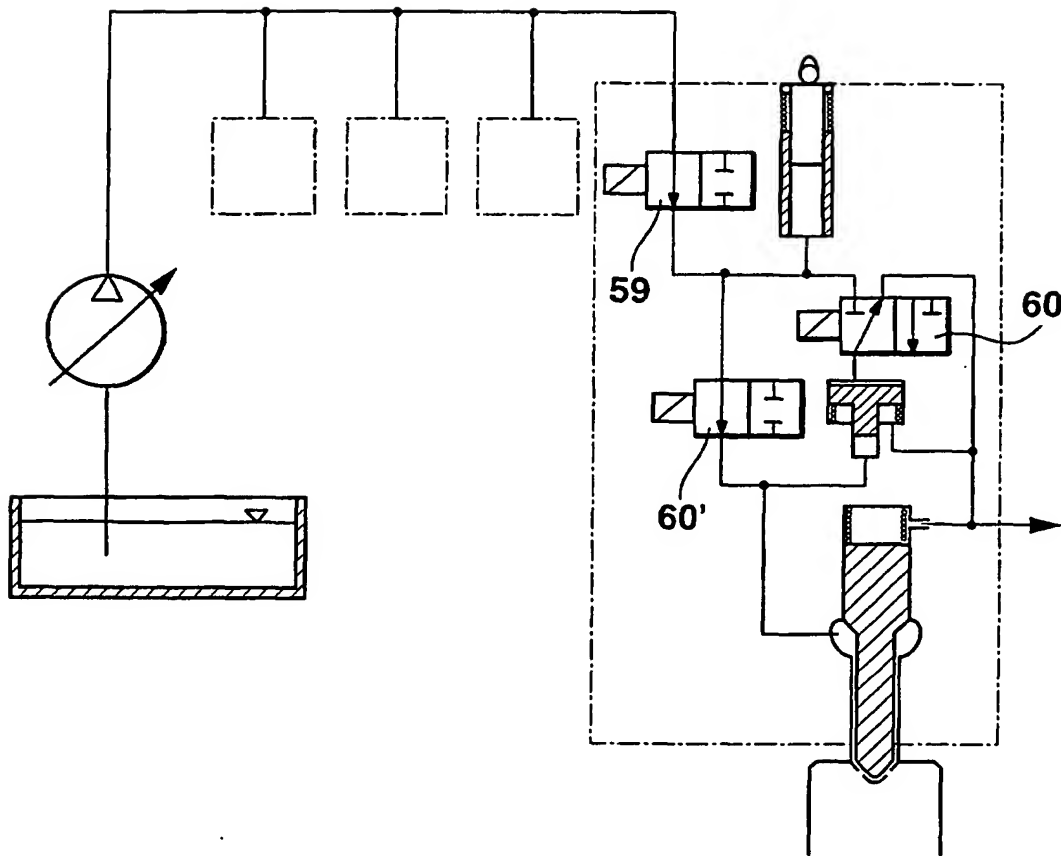


Fig. 5

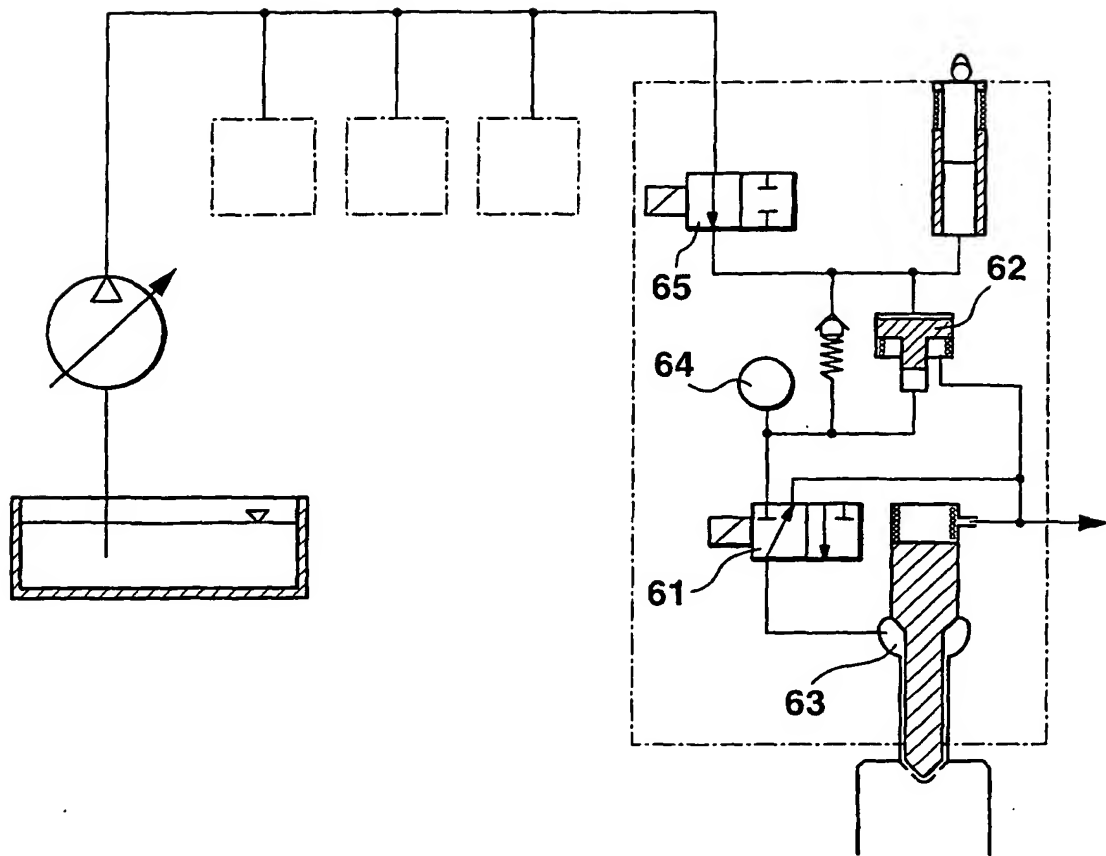


Fig. 6

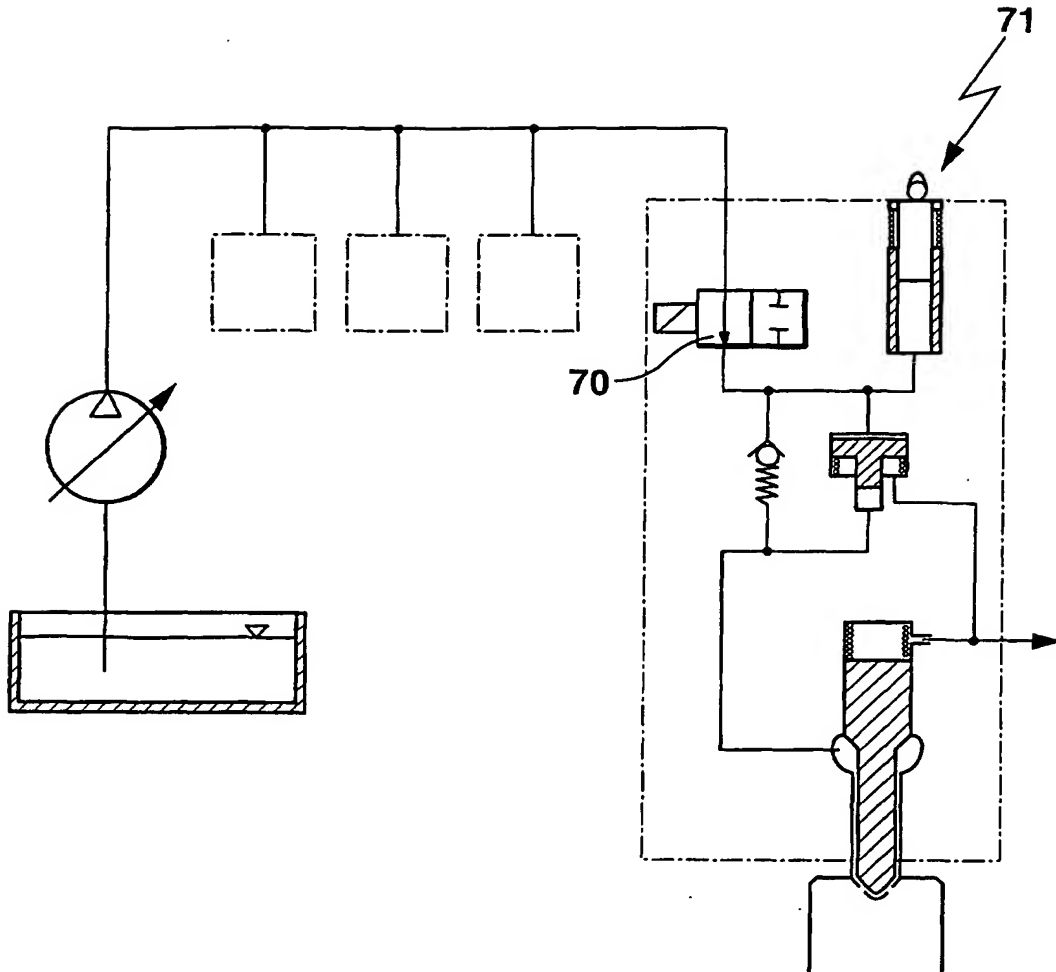


Fig. 7

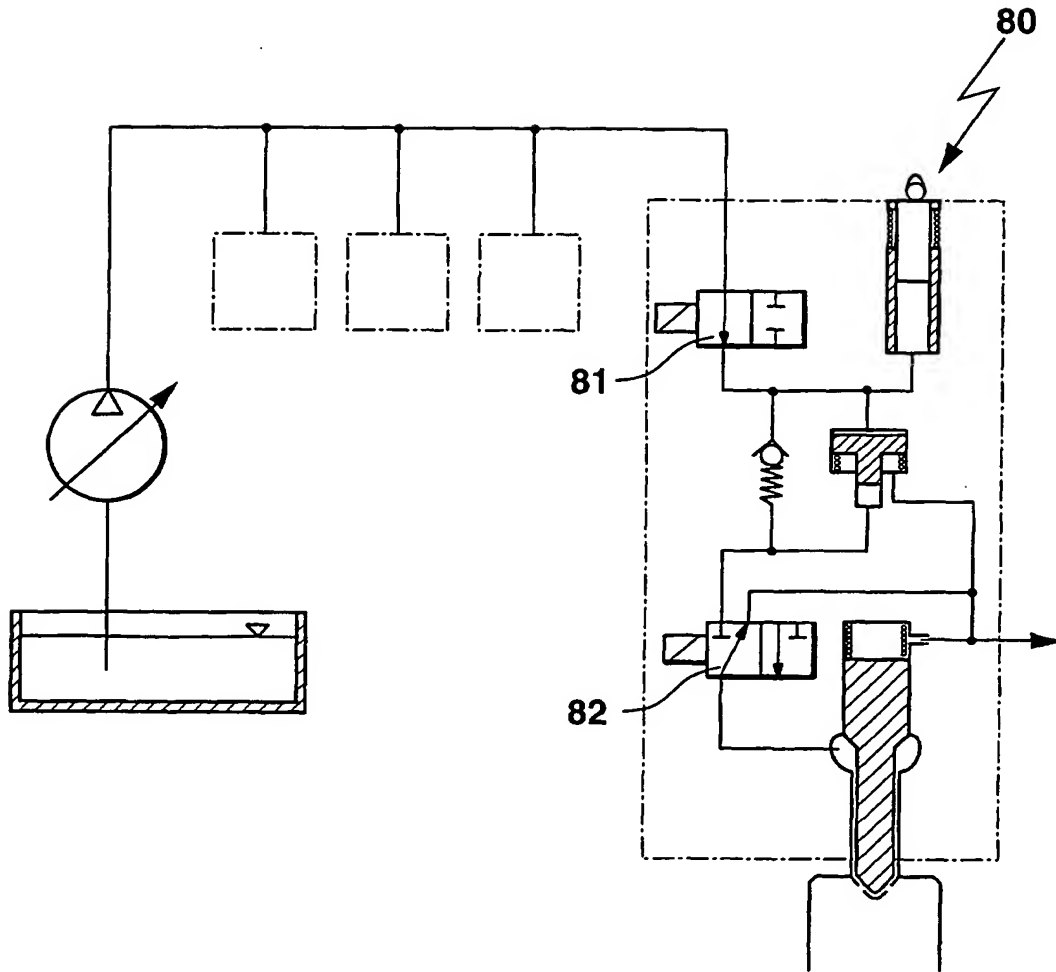
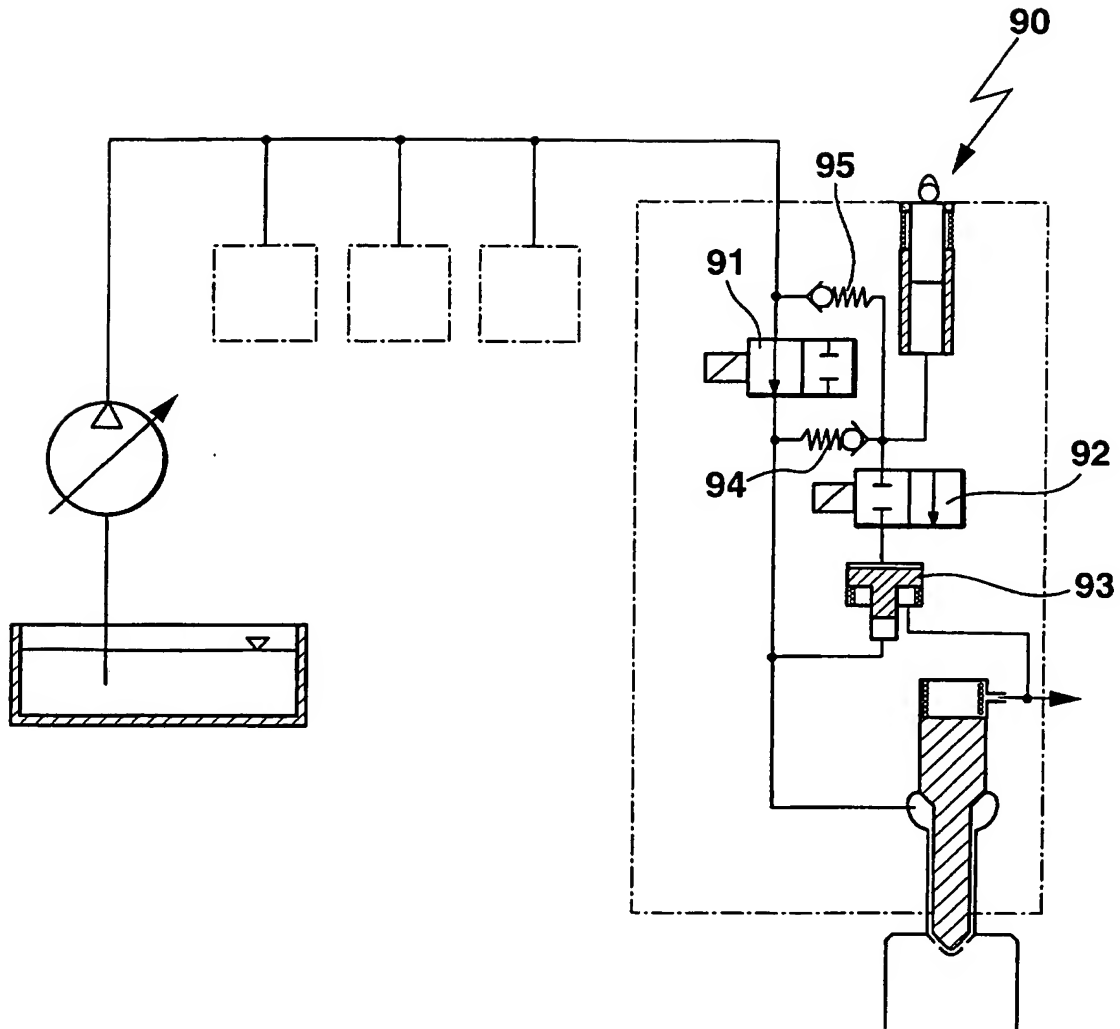


Fig. 8



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.